



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<b>(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> :</b> <b>C21D 8/02, C22C 38/28</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Numéro de publication internationale:</b> <b>WO 00/53817</b> <b>(43) Date de publication internationale:</b> 14 septembre 2000 (14.09.00)
<b>(21) Numéro de la demande internationale:</b> PCT/FR00/00498 <b>(22) Date de dépôt international:</b> 29 février 2000 (29.02.00) <b>(30) Données relatives à la priorité:</b> 99/02749      5 mars 1999 (05.03.99)      FR <b>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US):</b> USINOR [FR/FR]; Immeuble "La Pacific", 11/13 Cours Valmy – La Défense 7, F-92800 Puteaux (FR). <b>(72) Inventeurs; et</b> <b>(75) Inventeurs/Déposants (US seulement):</b> MAZURIER, Frédéric [FR/FR]; 170, rue Saint-Exupéry, F-62400 Béthune (FR). PARADIS, Philippe [FR/FR]; 1, rue du Percloz, F-73460 Grésy sur Isère (FR). <b>(74) Mandataire:</b> JACOBSON, Claude; Cabinet Lavoix, 2, place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex 09 (FR).		<b>(81) Etats désignés:</b> AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Publiée</b> <i>Avec rapport de recherche internationale.</i> <i>Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.</i>
<b>(54) Title:</b> METHOD FOR CONTINUOUS CASTING OF HIGHLY DUCTILE FERRITIC STAINLESS STEEL STRIPS BETWEEN ROLLS, AND RESULTING THIN STRIPS <b>(54) Titre:</b> PROCEDE DE COULEE CONTINUE ENTRE CYLINDRES DE BANDES D'ACIER INOXYDABLE FERRITIQUE A HAUTE DUCTILITE, ET BANDES MINCES AINSI OBTENUES <b>(57) Abstract</b> <p>The invention concerns a method for casting thin ferritic stainless steel strips less than 10 mm thick directly from liquid metal between twin cooled rotating rolls with parallel horizontal axes. The invention is characterised in that: said ferritic stainless steel contains (in weight percentages) 11 to 18 % of chromium, less than 1 % of manganese, less than 1 % of silicon, less than 2.5 % of molybdenum; said ferritic stainless steel having carbon and nitrogen contents whereof the total does not exceed 0.05 %; said ferritic stainless steel contains at least one of the stabilising elements among titanium, niobium, zirconium, aluminium, and the total of their contents ranging between 0.05 and 1 %; the other elements present are iron and the usual impurities resulting from the process. The invention also concerns the strips obtainable by said method.</p> <b>(57) Abrégé</b> <p>L'invention concerne un procédé de coulée de bandes minces d'épaisseur inférieure à 10 mm en acier inoxydable ferritique directement à partir de métal liquide entre deux cylindres refroidis en rotation à axes horizontaux parallèles, caractérisé en ce que: ledit acier inoxydable ferritique contient (en pourcentages pondéraux) de 11 à 18 % de chrome, moins de 1 % de manganèse, moins de 1 % de silicium, moins de 2,5 % de molybdène; ledit acier inoxydable ferritique a des teneurs en carbone et azote dont la somme des teneurs ne dépasse pas 0,05 %; ledit acier inoxydable ferritique contient au moins l'un des éléments stabilisants titane, niobium, zirconium, aluminium, et la somme de leurs teneurs est comprise entre 0,05 et 1 %; les autres éléments présents sont du fer et des impuretés habituelles résultant de l'élaboration. L'invention a également pour objet des bandes minces susceptibles d'être obtenues par le procédé précédent.</p>		

**PROCEDE DE COULEE CONTINUE ENTRE CYLINDRES DE BANDES  
D'ACIER INOXYDABLE FERRITIQUE A HAUTE DUCTILITE, ET BANDES  
MINCES AINSI OBTENUES**

5 L'invention concerne la coulée continue des métaux, et plus précisément la coulée continue, directement à partir de métal liquide, de bandes d'acier inoxydable de type ferritique dont l'épaisseur est de l'ordre de quelques mm, par le procédé dit de « coulée entre cylindres ».

10 Ces dernières années ont vu s'accomplir des progrès sensibles dans le développement des procédés de coulée de bandes minces d'acier au carbone ou inoxydable directement à partir de métal liquide. Le procédé principalement utilisé aujourd'hui est la coulée dudit métal liquide entre deux cylindres refroidis intérieurement, tournant autour de leurs axes horizontaux dans des sens opposés, et disposés parallèlement l'un à l'autre, la distance minimale entre leurs surfaces étant sensiblement égale à l'épaisseur que l'on désire  
15 conférer à la bande coulée (par exemple quelques mm). L'espace de coulée renfermant l'acier liquide est défini par les surfaces latérales des cylindres, sur lesquelles s'initie la solidification de la bande, et par des plaques de fermeture latérale en réfractaire appliquées contre les extrémités des cylindres. Le métal liquide initie sa solidification au contact des surfaces extérieures des cylindres, sur lesquelles il forme des « peaux » solidifiées, dont on  
20 fait en sorte qu'elles se rejoignent au niveau du « col », c'est à dire de la zone où la distance entre les cylindres est minimale.

Les bandes minces en acier inoxydable ferritique obtenues par coulée continue entre deux cylindres présentent une fragilité importante, qui rend difficile leur transformation à froid lors des opérations habituelles telles que le débobinage, le cisailage  
25 des rives ou le laminage à froid. On explique la mauvaise ductilité des bandes coulées entre cylindres essentiellement par la structure à très gros grains résultant du mode de solidification rapide entre les cylindres de coulée, associée à un temps de séjour important à température élevée après que la bande solidifiée a quitté l'emprise des cylindres. La dureté élevée de ces grains ferritiques sursaturés en éléments interstitiels tels que le carbone et l'azote constitue un facteur aggravant pour la fragilité des bandes minces.  
30

Plusieurs tentatives ont été faites, dans le passé, pour mettre au point un procédé de coulée entre cylindres d'aciers inoxydables ferritiques présentant une bonne ductilité. Elles s'appuyaient largement sur l'addition d'éléments stabilisants connus, tels que le titane et le niobium, et imposaient des limitations analytiques sur le taux maximum  
35 d'austénite présent à haute température, désigné par le symbole  $\gamma_p$ . A ces conditions analytiques, on associait un contrôle de la vitesse de refroidissement, l'application d'un laminage à chaud, ou le contrôle de la température de bobinage des bandes coulées.

Ainsi, le document EP - A - 0 881 305 décrit une nuance ferritique non stabilisée, que l'on obtient par coulée directe d'une bande entre cylindres, la bande étant ensuite

bobinée à une température inférieure à 600°C. Elle est ensuite recuite en vase clos, toujours sous forme bobinée. Un bobinage en dessous de 600°C permet de limiter la précipitation des carbures au stade brut de coulée, et ainsi d'éviter leur coalescence sous forme de films continus très fragilisants lors du recuit vase clos.

5 Le document EP - A - 0 638 653 préconise la coulée d'une nuance ferritique à teneur en chrome pouvant être relativement élevée (13-25%) stabilisée au titane, au niobium ou à l'aluminium (0.05% au moins), à basses teneurs en carbone et azote, et présentant un indice  $\gamma_p$  négatif,  $\gamma_p$  étant la quantité maximale d'austénite formée à haute température. Cette grandeur est définie par la relation de Tricot et Castro et se calcule par la formule :

$$\gamma_p = 420 \text{ C\%} + 470 \text{ N\%} + 23 \text{ Ni\%} + 9 \text{ Cu\%} + 7 \text{ Mn\%} - 11,5 \text{ Cr\%} - 11,5 \text{ Si\%} - 12 \text{ Mo\%} - 23 \text{ V\%} - 47 \text{ Nb\%} - 49 \text{ Ti\%} - 52 \text{ Al\%} + 189$$

Après la coulée, on procède à un laminage à chaud avec un taux de réduction supérieur à 5% dans l'intervalle 950-1150°C, suivi d'un refroidissement lent à moins de 20°C/s ou d'un maintien à haute température pendant plus de 5 secondes. Le bobinage de la bande a ensuite lieu à moins de 700°C. Selon ce document, on vise à éviter la formation d'austénite à haute température en imposant un indice  $\gamma_p$  négatif pour empêcher la formation de martensite sur la bande, ce qui la rendrait fragile. La présence de stabilisants conduit, par le fait de la solidification rapide, à de fins précipités fragilisants. Le laminage à chaud avec maintien à haute température et le refroidissement lent favorisent la précipitation, et surtout la coalescence de ces précipités, qui deviennent ainsi inoffensifs. Le bobinage froid permet d'éviter la formation de phases intermétalliques fragiles.

Le document JP - A - 08283845 préconise un laminage à chaud asynchrone d'une bande coulée à une épaisseur initiale inférieure à 10 mm, ayant pour effet d'améliorer la ductilité en affinant la structure des bandes minces par recristallisation. La coulée est suivie par un laminage à chaud asynchrone et un traitement thermique. On cherche ici à améliorer la ductilité des bandes minces par un traitement de recristallisation.

Le document JP - A - 08295943 utilise une autre estimation de la quantité maximale d'austénite formée à chaud, en l'absence d'éléments stabilisants. Cette quantité  $\gamma_p$  est calculée par :

$$\gamma_p = 420 \text{ C\%} + 470 \text{ N\%} + 23 \text{ Ni\%} + 7 \text{ Mn\%} - 11,5 \text{ Cr\%} - 11,5 \text{ Si\%} - 52 \text{ Al\%} + 189$$

On coule entre cylindres une bande dont l'indice  $\gamma_p$  est supérieur à 25%, on la lamine à chaud avec un taux de réduction supérieur à 20% à moins de 1200°C, puis on la met en bobines et on effectue un recuit vase clos des bobines entre 700 et 900°C pendant 4 heures. Le but visé est l'obtention d'une bande à excellente qualité de surface, sans que l'on s'intéresse spécialement à sa ductilité.

Tous ces procédés nécessitent des traitements thermiques particuliers, pouvant nécessiter des installations spéciales, être coûteux en énergie et, dans le cas des recuits vase

clos, également en temps. Les avantages économiques procurés par la coulée directe de bandes minces sont donc en grande partie atténués par ces procédés.

Le but de l'invention est de procurer aux aciéristes un procédé de fabrication, par coulée entre cylindres, de bandes minces d'acier inoxydable ferritique devant subir ensuite  
5 les transformations à froid classiques, sans nécessiter d'opérations complexes ou coûteuses telles qu'un refroidissement contrôlé de la bande ou un recuit vase clos pour conférer auxdites bandes une bonne ductilité.

Avec cet objectif en vue, l'invention a pour objet un procédé de coulée de bandes minces d'épaisseur inférieure à 10 mm en acier inoxydable ferritique directement à partir  
10 de métal liquide entre deux cylindres refroidis en rotation à axes horizontaux parallèles, caractérisé en ce que :

- ledit acier inoxydable ferritique contient (en pourcentages pondéraux) de 11 à 18% de chrome, moins de 1% de manganèse, moins de 1% de silicium, moins de 2,5% de molybdène ;
- 15 - ledit acier inoxydable ferritique a des teneurs en carbone et azote dont la somme des teneurs ne dépasse pas 0,05% ;
- ledit acier inoxydable ferritique contient au moins l'un des éléments stabilisants titane, niobium, zirconium, aluminium, et la somme de leurs teneurs est comprise entre 0,05 et 1% ;
- 20 - les autres éléments présents sont du fer et des impuretés habituelles résultant de l'élaboration ;
- l'indice  $\gamma_p$  dudit acier inoxydable ferritique est supérieur ou égal à 30, avec :  
$$\gamma_p = 420 \text{ C\%} + 470 \text{ N\%} + 23 \text{ Ni\%} + 9 \text{ Cu\%} + 7 \text{ Mn\%} - 11,5 \text{ Cr\%} - 11,5 \text{ Si\%} - 12 \text{ Mo\%} -$$
$$23 \text{ V\%} - 47 \text{ Nb\%} - 49 \text{ Ti\%} - 52 \text{ Al\%} + 189$$
- 25 - et en ce qu'après la coulée on effectue un bobinage de la bande mince à une température inférieure à 600°C.

L'invention a également pour objet des bandes minces susceptibles d'être obtenues par le procédé précédent.

Comme on l'aura compris, l'invention consiste à associer la présence d'un ou  
30 plusieurs éléments stabilisants en quantités significatives à des teneurs en autres éléments d'alliage qui maintiennent néanmoins l'indice  $\gamma_p$  à une valeur élevée, et à un bobinage de la bande à une température relativement basse. La conjonction d'éléments stabilisants et d'un indice  $\gamma_p$  élevé n'était pas connue dans l'art antérieur, a fortiori son association avec une température de bobinage basse qui permet de concilier ces caractéristiques analytiques  
35 avec une très bonne ductilité de la bande, sans, de plus, qu'il soit nécessaire de procéder à un refroidissement contrôlé de la bande ou à un traitement thermique pénalisant en temps et en énergie.

Les différentes caractéristiques sont motivées par les considérations suivantes.

La teneur en chrome supérieure à 11% est conforme aux exigences habituelles rencontrées dans les aciers inoxydables ferritiques. Le maximum de 18% est justifié en ce qu'au-delà de cette limite, la température de transition ductile-fragile des aciers inoxydables augmente sensiblement, et l'invention devient alors inopérante. Le chrome a également tendance à faire fortement baisser la valeur de l'indice  $\gamma_p$ .

Les teneurs en silicium et molybdène sont respectivement maintenues à 1% et 2,5% au maximum, afin d'éviter la formation de composés intermétalliques ou la formation de phases intermétalliques de type  $\sigma$  ou  $\chi$ . La teneur maximale en silicium est d'ailleurs ni plus ni moins conforme à celles rencontrées sur les nuances ferritiques classiques, comme la teneur maximale en manganèse de 1%.

La teneur totale en éléments stabilisants, à savoir en titane, niobium, zirconium et aluminium, doit être supérieure ou égale à 0,05% pour qu'ils puissent jouer leur rôle habituel. Au-delà de 1%, on observe des problèmes de coulabilité de l'acier liquide à travers les busettes de l'installation de coulée, ainsi que la présence de défauts de surface sur la bande qui peuvent constituer des amorce de ruptures. Il faut également veiller à ce qu'une présence importante d'éléments stabilisants n'abaisse pas l'indice  $\gamma_p$  jusqu'à une valeur qui serait excessivement basse, si par ailleurs le silicium, le molybdène et le vanadium sont présents à de fortes teneurs. Simultanément, la teneur totale en carbone et azote ne doit pas dépasser 0,05% pour ne pas former une quantité excessive de carbures ou de carbonitrides fragilisants.

Lorsque l'indice  $\gamma_p$  est inférieur à 30%, le biphasage ferrite-austénite à haute température, après la fin de la solidification, n'est pas suffisant pour permettre un affinement de la structure de la bande et améliorer sensiblement la ductilité du produit coulé. Si l'indice  $\gamma_p$  est supérieur à 60%, la ductilité se détériore, car la contraction résultant de la transformation de phase ferrite-austénite à haute température risque de conduire à l'apparition de défauts de surface tels que des criques, qui constituent autant d'amorce de ruptures possibles lors des opérations de transformation ultérieures.

D'autre part, si la température de bobinage est supérieure à 600°C, il y a formation de précipités fragilisants, et le problème que l'on s'était posé n'est pas résolu.

On va, à présent, donner des exemples d'application de l'invention, et les confronter à des exemples de référence. Tous ces exemples concernent la coulée d'aciers inoxydables ferritiques à relativement basses teneurs en chrome (11,5% environ), mais il est entendu que des résultats comparables peuvent être obtenus avec des aciers présentant des teneurs en chrome plus élevées, dans la limite de 18% comme spécifié précédemment. Ces aciers ont été coulés en bandes de 3 mm d'épaisseur en sortie des cylindres. Le tableau 1 précise les compositions (en pourcentages pondéraux) des aciers ayant fait l'objet des essais ; les aciers A et B ont des compositions conformes aux exigences de l'invention, l'acier C est donné à titre de référence.

Nuance	C%	Mn%	P%	S%	Si%	Ni%	Cr%	Cu%	Mo%	Nb%	V%	Ti%	N%	Al%	$\gamma_p$ %
A	0,012	0,290	0,015	0,001	0,560	0,090	11,497	0,022	0,0006	0,002	0,079	0,178	0,010	0,005	53,6
B	0,014	0,225	0,017	0,002	0,471	0,088	11,514	0,009	0,042	0,288	0,045	0,003	0,011	0,002	50,6
C	0,011	0,282	0,015	0,001	0,688	0,065	11,711	0,028	0,0010	0,354	0,050	0,299	0,010	0,009	26,5

Tableau 1 : Composition chimique des aciers étudiés

Les nuances A, B et C se distinguent essentiellement en ce que la nuance A est stabilisée au titane, la nuance B est stabilisée au niobium et la nuance C est stabilisée par ces deux éléments à la fois. Dans cette dernière nuance, la présence simultanée à des teneurs assez importantes de ces deux stabilisants, ainsi que la teneur en silicium plus élevée que dans les nuances A et B, ont entraîné un abaissement de l'indice  $\gamma_p$  en dessous de la limite de 30% exigée par l'invention.

Le tableau 2 regroupe les conditions d'essais particulières auxquelles ont été soumis les aciers précédents, en termes de taux de réduction et de température lors du laminage à chaud éventuel, et en termes de température de bobinage. On y a également reporté les résultats des essais de flexion par choc sur éprouvettes Charpy auxquels ont été soumises les bandes postérieurement à leur bobinage, dans le but de déterminer leur énergie de rupture à une température de 0°C. A cet effet, on a utilisé des éprouvettes entaillées en V. On considère qu'une énergie de rupture inférieure à 40 J/cm<sup>2</sup> est insuffisante pour procurer aux bandes des propriétés garantissant un débobinage sans incident et pour autoriser les transformations à froid habituelles.

Essai	Nuance	Taux de réduction au laminage à chaud (%)	Température de laminage à chaud (°C)	Température de bobinage (°C)	Energie de rupture à 0°C (J/cm <sup>2</sup> )
1 (référence)	A	-	-	800	35
2 (invention)	A	-	-	500	85
3 (référence)	B	-	-	800	20
4 (référence)	C	-	-	500	30
5 (référence)	A	10	1000	800	34
6 (invention)	A	10	1000	500	185

Tableau 2 : Conditions de traitement des bandes et résultats des essais de flexion par choc effectués sur les éprouvettes Charpy

Les essais 1 à 3 ont été effectués sur des aciers dont l'indice  $\gamma_p$  était supérieur à 30%, conformément à l'invention. Ils illustrent l'effet bénéfique d'un bobinage à basse température sur la ductilité de la bande, en ce que seul l'essai 2 où le bobinage a eu lieu à 500°C a donné lieu à une ductilité satisfaisante de la bande coulée, car on a réussi à éviter

la formation de précipités fragilisants dans l'acier bobiné. Cela n'est pas possible lorsque le bobinage est effectué à 800°C (essais 1 et 3), et l'énergie de rupture par essai Charpy se situe alors en deçà de la limite inférieure de 40 J/cm<sup>2</sup> que l'on considère comme satisfaisante.

- 5            Dans l'essai 4, le bobinage a bien été effectué à une température de 500°C, conformément à l'invention, et on n'a pas observé la formation de précipités fragilisants. Cependant, cet essai portait sur une nuance dont l'indice  $\gamma_p$  était inférieur aux 30% requis par l'invention, et la quantité d'austénite formée à chaud a été insuffisante pour permettre un affinement très substantiel de la structure à gros grains obtenue après la solidification.
- 10    En conséquence, et malgré la présence en quantité élevée d'éléments stabilisants, la ductilité de la bande après bobinage n'était pas plus satisfaisante qu'après les essais 1 et 3.

- Au cours des essais 5 et 6, on a examiné l'influence d'un laminage à chaud de la bande, effectué en sortie des cylindres avant le bobinage. Ce laminage a été effectué à une température de 1000°C, avec un taux de réduction de 10% de l'épaisseur de la bande. On
- 15    constate (essai 5) que l'affinement de la structure initiale procuré par un tel laminage à chaud n'est cependant pas suffisant pour compenser les effets négatifs d'un bobinage à température élevée (800°C) sur la ductilité de la bande. En revanche, si le bobinage de la bande laminée à chaud dans de telles conditions est effectué à une température assez basse pour être conforme à l'invention (500°C, essai 6), on obtient une amélioration considérable
- 20    de la ductilité par rapport à celle observée sur le même acier lors de l'essai 2 en l'absence de laminage à chaud, alors même que cette ductilité était déjà satisfaisante.

## REVENDICATIONS

1) Procédé de coulée de bandes minces d'épaisseur inférieure à 10 mm en acier inoxydable ferritique directement à partir de métal liquide entre deux cylindres refroidis en rotation à axes horizontaux parallèles, caractérisé en ce que :

- ledit acier inoxydable ferritique contient (en pourcentages pondéraux) de 11 à 18% de chrome, moins de 1% de manganèse, moins de 1% de silicium, moins de 2,5% de molybdène ;

- ledit acier inoxydable ferritique a des teneurs en carbone et azote dont la somme des teneurs ne dépasse pas 0,05% ;

- ledit acier inoxydable ferritique contient au moins l'un des éléments stabilisants titane, niobium, zirconium, aluminium, et la somme de leurs teneurs est comprise entre 0,05 et 1% ;

- les autres éléments présents sont du fer et des impuretés habituelles résultant de l'élaboration ;

- l'indice  $\gamma_p$  dudit acier inoxydable ferritique est supérieur ou égal à 30, avec :

$$\gamma_p = 420 \text{ C\%} + 470 \text{ N\%} + 23 \text{ Ni\%} + 9 \text{ Cu\%} + 7 \text{ Mn\%} - 11,5 \text{ Cr\%} - 11,5 \text{ Si\%} - 12 \text{ Mo\%} - 23 \text{ V\%} - 47 \text{ Nb\%} - 49 \text{ Ti\%} - 52 \text{ Al\%} + 189$$

- et en ce qu'après la coulée on effectue un bobinage de la bande mince à une température inférieure à 600°C.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite bande coulée, avant son bobinage, subit un laminage à chaud entre 1200 et 900°C avec un taux de réduction supérieur à 5%.

3) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'indice  $\gamma_p$  dudit acier inoxydable ferritique est compris entre 30 et 60%.

4) Bande mince en acier inoxydable ferritique, à haute ductilité, caractérisée en ce qu'elle est susceptible d'être obtenue par le procédé suivant l'une des revendications 1 à 3.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter:      national Application No  
PCT/FR 00/00498

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7      C21D8/02      C22C38/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7      C21D      C22C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 11, 30 September 1998 (1998-09-30) & JP 10 176223 A (NIPPON STEEL CORP), 30 June 1998 (1998-06-30) abstract	1-4
Y	EP 0 247 264 A (NIPPON STEEL CORP) 2 December 1987 (1987-12-02) page 5, line 15 - line 26; claim 1	1-4
A	EP 0 638 653 A (NIPPON STEEL CORP) 15 February 1995 (1995-02-15) cited in the application	
A	EP 0 881 305 A (USINOR) 2 December 1998 (1998-12-02) cited in the application	
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 June 2000

Date of mailing of the International search report

05/07/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mollet, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter:      nal Application No  
PCT/FR 00/00498

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29 September 1995 (1995-09-29) &amp; JP 07 118754 A (NIPPON STEEL CORP), 9 May 1995 (1995-05-09) abstract</p> <p>-----</p>	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/00498

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 10176223 A	30-06-1998	NONE	
EP 0247264 A	02-12-1987	DE 3686155 A DE 3686155 T US 4709742 A	27-08-1992 18-02-1993 01-12-1987
EP 0638653 A	15-02-1995	JP 6220545 A DE 69422557 D KR 139016 B US 5492575 A WO 9417215 A	09-08-1994 17-02-2000 15-07-1998 20-02-1996 04-08-1994
EP 0881305 A	02-12-1998	FR 2763960 A AU 706022 B AU 6483598 A BR 9801552 A CA 2238803 A CN 1212189 A CZ 9801658 A JP 10330842 A PL 326582 A SK 67898 A ZA 9804147 A	04-12-1998 03-06-1999 03-12-1998 01-06-1999 29-11-1998 31-03-1999 11-08-1999 15-12-1998 07-12-1998 02-12-1998 25-11-1998
JP 07118754 A	09-05-1995	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem : Internationale No

PCT/FR 00/00498

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 C2108/02 C22C38/28

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 C21D C22C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 11, 30 septembre 1998 (1998-09-30) & JP 10 176223 A (NIPPON STEEL CORP), 30 juin 1998 (1998-06-30) abrégé ---	1-4
Y	EP 0 247 264 A (NIPPON STEEL CORP) 2 décembre 1987 (1987-12-02) page 5, ligne 15 - ligne 26; revendication 1 ---	1-4
A	EP 0 638 653 A (NIPPON STEEL CORP) 15 février 1995 (1995-02-15) cité dans la demande --- -/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

27 juin 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

05/07/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Mollet, G

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem : Internationale No  
PCT/FR 00/00498

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 881 305 A (USINOR) 2 décembre 1998 (1998-12-02) cité dans la demande ---	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 08, 29 septembre 1995 (1995-09-29) & JP 07 118754 A (NIPPON STEEL CORP), 9 mai 1995 (1995-05-09) abrégé -----	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dém. Internationale No

PCT/FR 00/00498

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 10176223 A	30-06-1998	AUCUN	
EP 0247264 A	02-12-1987	DE 3686155 A DE 3686155 T US 4709742 A	27-08-1992 18-02-1993 01-12-1987
EP 0638653 A	15-02-1995	JP 6220545 A DE 69422557 D KR 139016 B US 5492575 A WO 9417215 A	09-08-1994 17-02-2000 15-07-1998 20-02-1996 04-08-1994
EP 0881305 A	02-12-1998	FR 2763960 A AU 706022 B AU 6483598 A BR 9801552 A CA 2238803 A CN 1212189 A CZ 9801658 A JP 10330842 A PL 326582 A SK 67898 A ZA 9804147 A	04-12-1998 03-06-1999 03-12-1998 01-06-1999 29-11-1998 31-03-1999 11-08-1999 15-12-1998 07-12-1998 02-12-1998 25-11-1998
JP 07118754 A	09-05-1995	AUCUN	